

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ GPS/ ГЛОНАСС ПРИЕМНИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЗОНДА.

И.В. Малыгин, А.С.Хомутов, В.Э.Иванов
(Екатеринбург, УрФУ им. Б.Н.Ельцина, pit_pit2@mail.ru)

RESEARCH OF EFFICIENCY OF THE MICROSTRIP GPS/GLONASS AERIAL OF THE RECEIVER OF THE RADIOSONDE.

I.V. Malygin, A.S.Chomutov, V.E.Ivanov

Исследование было проведено в соответствии с постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 и в соответствии с планом работ по выполнению Договора №13.G25.31.0008 от 07 сентября 2010 г. «Создание и производство технических средств радиозондирования атмосферы на основе спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС с целью модернизации технологической базы аэрологической сети Росгидромета».

Классический комплекс метеорологического зондирования атмосферы (МЗО) подразумевает наличие вычислительного комплекса при радиолокаторе, который по ответному сигналу радиозонда, азимуту и углу места, определяет его местоположение. Соотнося с местоположением радиозонда полученные от него данные о температуре, влажности, давлении и скорости ветра, можно сформировать международную карту погоды [1]. С широким распространением в последние годы навигационных приемников GPS/Глонасс систем появилась возможность существенно упростить использующуюся технологию МЗО. Для этого на радиозонде устанавливается GPS/Глонасс приемник, определяющий местоположением радиозонда, микропроцессор, формирующий последовательность информационных данных и передатчик для передачи этих данных на наземную приемную станцию. Такое решение позволяет отказаться от использования наземного вычислительного комплекса определения координат с одновременным улучшением точности определения местоположения.

Поскольку радиозонд является одноразовым прибором, к стоимости его изготовления предъявляются жесткие требования. С целью уменьшения стоимости радиозонда было предпринято исследование возможностей применения микрополосковой топологически выполненной на печатной плате GPS/Глонасс приемника антенны (рис.1., слева) в сравнении с керамической антенной A25-4102920-AMT02 производства фирмы Amotech (рис.1., справа). В качестве GPS/Глонасс модуля использовался NV08C-CSM производства КБ «Навис». Конкретные вопросы проектирования описанных в статье навигационных приемников (НП) рассмотрены в [2].

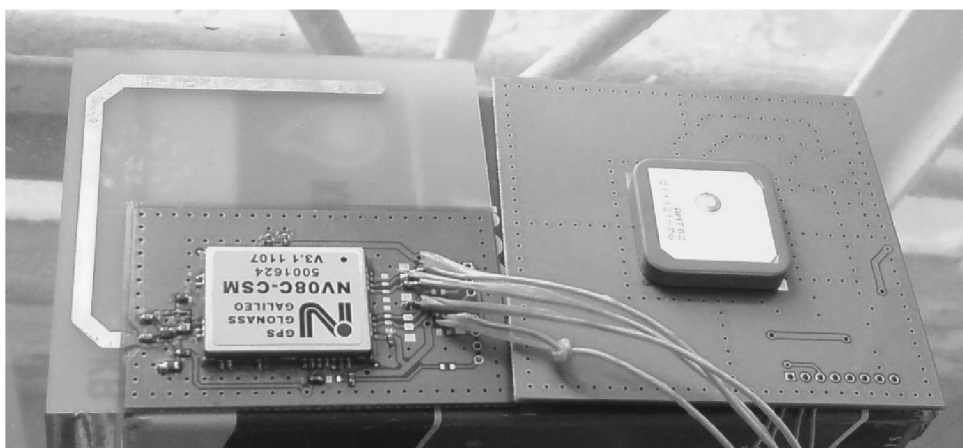


Рис. 1. Навигационные приемники на основе NV08C-CSM с микрополосковой (слева) и керамической (справа) антеннами.

Расчету микрополосковых антенн посвящено много работ [3], в данном конкретном случае была предпринята попытка исследовать простейший вариант – согласованный несимметричный вибратор, размеры которого применительно к используемому материалу подложки были рассчитаны микроволновым калькулятором AppCAD компании Agilent Technologies (рис.2).

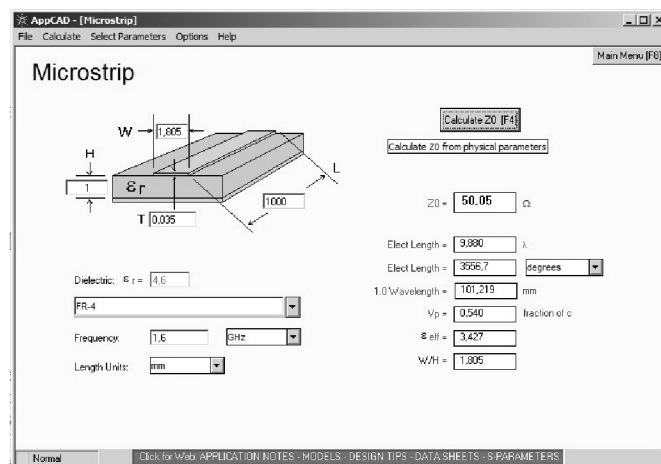


Рис. 2. Расчет простейшей микрополосковой антенны.

При одновременном включении двух НП с разными антеннами в одной точке были получены следующие результаты (рис.2.) Для получения данных с НП и их визуализации использовалась программа GeosDemo производства компании «Геостар-Навигация». ПО GeosDemo показывает отношение сигнал/шум каждого принимаемого спутника, что позволяет провести оценочное относительное сравнение антенн. Измеренные значения С/Ш сведены в табл.1.

Табл.1. Показания С/Ш каждого принимаемого спутника в дБ для НП с различными антеннами

Номер и система принимаемого спутника	С/Ш на входе НП с микрополосковой антенной, дБ	С/Ш на входе НП с керамической антенной, дБ	Выигрыш, дБ
9 GPS	43	38	5
11 GPS	24	-	-
15 GPS	34	32	2
18 GPS	28	26	2
19 GPS	32	22	10
27 GPS	36	31	5
4 Глонасс	38	33	5
5 Глонасс	35	-	-
13 Глонасс	-	25	-
22 Глонасс	26	27	-1

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности использования простейших топологически изготовленных микрополосковых антенн в НП метеорологических радиозондов с целью удешевления последних без ухудшения приемных характеристик.

Литература

1. Иванов В.Э., Фридзон М.Б., Ессяк С.П. Радиозондирование атмосферы. Технические и метрологические аспекты разработки и применения радиозондовых измерительных средств; под ред. В.Э. Иванова. Екатеринбург: Уро РАН, 2004. 596 с.
2. Малыгин И.В., Созонов Е.В. Исследование отечественных GPS/Глонасс-приемников // Беспроводные технологии. 2011. № 3 (24). С. 6–12.
3. Панченко Б.А. Микрополосковые антенны : учеб. Пособие / Б.А.Панченко, Е.И. Нефёдов. Москва «Радио и связь», 1986. 143 с.

СКИН-СЛОЙ В СТОЛКНОВИТЕЛЬНОМ ИОНИЗОВАННОМ ГАЗЕ

Шевяков И.А.

(Челябинск, Челябинский радиозавод «Полёт», regnlager@mail.ru)

SKIN - LAYER IN COLLISIONAL IONIZED GAS.

Shevyakov I.A.

Для плазменного состояния [1, 2], когда $\omega_p > \nu_e$, где ω_p - плазменная частота и ν_e - электронная частота столкновений, рассмотрим скин-слоя δ :

$$\delta = \frac{1}{\alpha} = \frac{\lambda}{2\pi \sqrt{\omega_p^2 / \omega^2 - 1}}, \quad (1)$$

где λ - длина волны в вакууме, α - постоянная затухания. Для ионизированного газа: $\nu_e > \omega_p$

$$\delta = \frac{1}{\alpha} = \frac{\lambda \sqrt{\omega \nu_e}}{2\pi \omega_p}. \quad (2) \text{ Раз-}$$

мер скин-слоя обратно пропорционален α . Воспользуемся выражение α из [1]:

$$\alpha \frac{c}{\omega} = \left(\frac{1}{2} \left[\left(1 - \frac{\omega_p^2}{\nu_e^2 + \omega^2} \right)^2 + \frac{\nu_e^2}{\omega^2} \left(\frac{\omega_p^2}{\nu_e^2 + \omega^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\nu_e^2 + \omega^2} \right) \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

Для случая плазменного состояния Замена переменных будет выглядеть следующим образом: $x = \omega_p^2 / \omega^2$; $\eta = \nu_e^2 / \omega^2$. Для построения графиков (рис. 1) используется зависимость:

$$\delta \frac{\omega}{c} = \left(\frac{1}{2} \left[\left(1 - \frac{x}{\eta + 1} \right)^2 + \eta \left(\frac{x}{\eta + 1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{x}{\eta + 1} \right) \right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

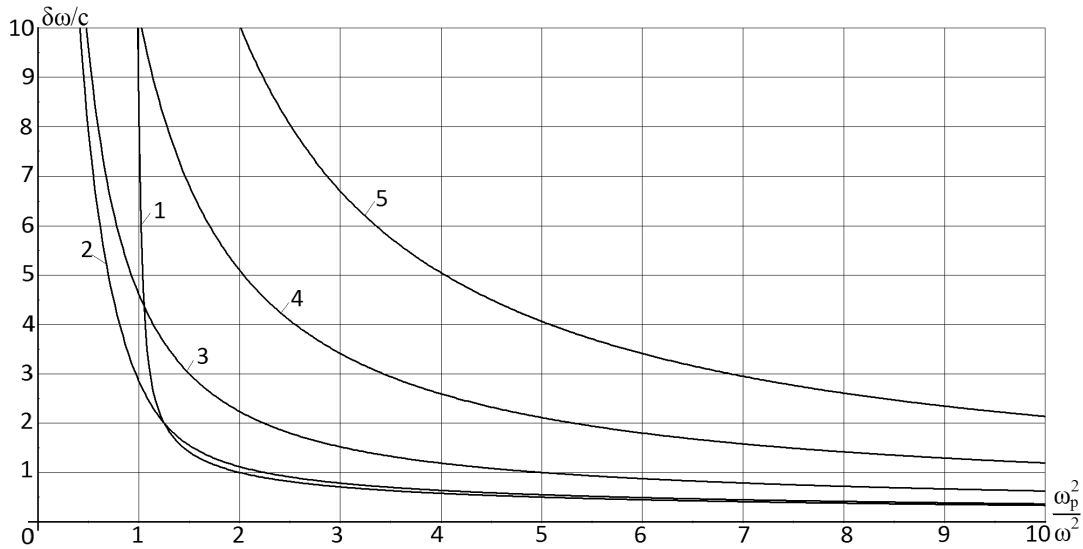


Рис.1. Зависимости $\delta \frac{\omega}{c}$ от $\frac{\omega_p^2}{\omega^2}$ при ν_e/ω : 1 - 0,03; 2 - 0,5; 3 - 2; 4 - 5; 5 - 10.

При увеличении плазменной частоты ω_p значение $\delta\omega/c$ уменьшается и стремится к нулю.

Для ионизованного газа в уравнении (3) вводятся переменные $x = \nu_e^2 / \omega^2$ и $\eta = \omega_p^2 / \omega^2$:

$$\delta \frac{\omega}{c} = \left(\frac{1}{2} \left[\left(1 - \frac{\eta}{x + 1} \right)^2 + x \left(\frac{\eta}{x + 1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\eta}{x + 1} \right) \right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (5)$$

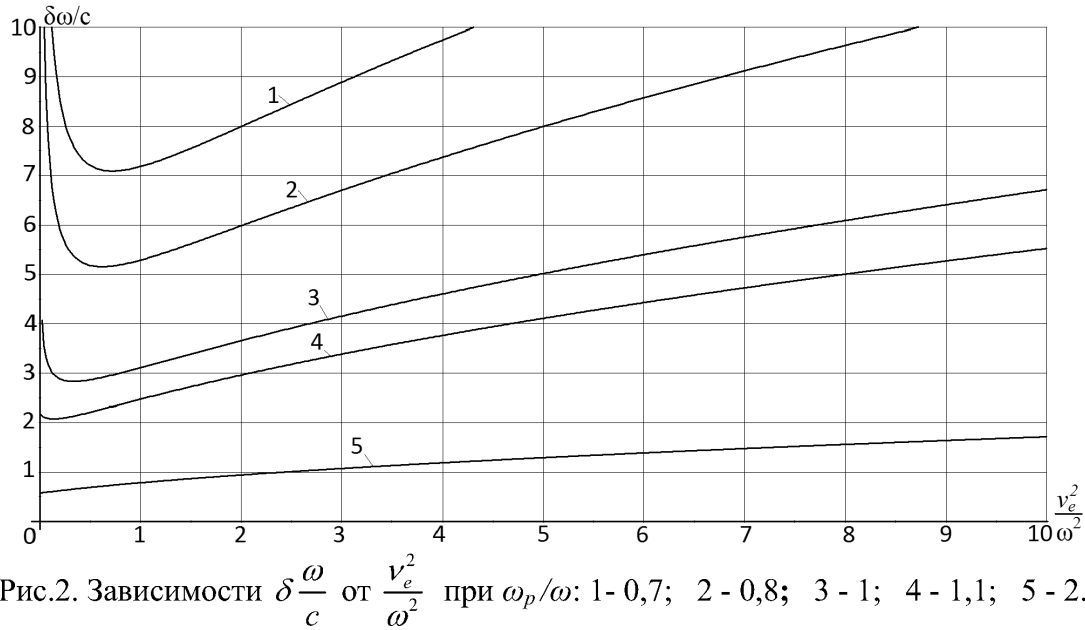


Рис.2. Зависимости $\delta \frac{\omega}{c}$ от $\frac{v_e^2}{\omega^2}$ при ω_p/ω : 1- 0,7; 2 - 0,8; 3 - 1; 4 - 1,1; 5 - 2.

Полученные графики (рис. 2) показывают, что при увеличении частоты столкновения электронов v_e толщина скин - слоя δ будет возрастать. Но при небольших значениях v_e происходит некоторое начальное уменьшение δ .

Для получения зависимости изменения протяженности скин - слоя при различных значениях $\frac{\omega_p^2}{v_e^2}$ (рис.3), в уравнение (3) вводятся переменные $\gamma = \frac{\omega_p^2}{v_e^2}$; $x = \frac{\omega^2}{v_e^2}$.

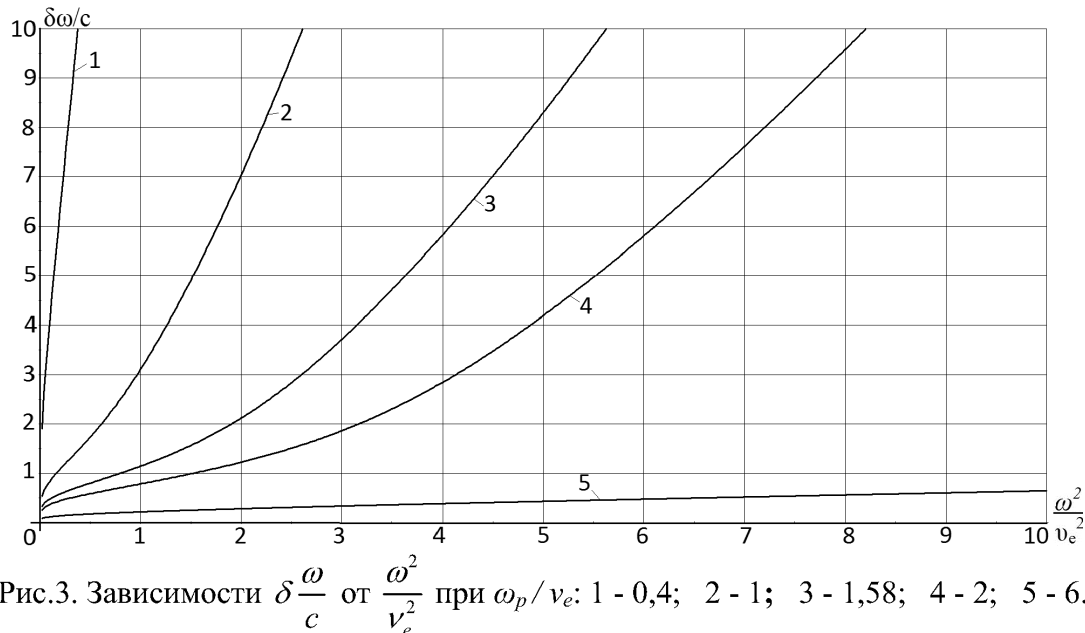


Рис.3. Зависимости $\delta \frac{\omega}{c}$ от $\frac{\omega^2}{v_e^2}$ при ω_p/v_e : 1 - 0,4; 2 - 1; 3 - 1,58; 4 - 2; 5 - 6.

Как можно видеть из рисунка, при плазменном состоянии вещества, когда $\omega_p^2 > v_e^2$, толщина скин - слоя δ мало изменяется, а при $\omega_p^2 < v_e^2$ δ очень быстро возрастает.

Литература

1. Голант В.Е. СВЧ методы исследования плазмы. – М.: Наука, 1968, – 328 с.
2. Кучуркин А.А. Влияние плазменной оболочки, образующейся при торможении КА, на радиосвязь// Труды IX международной конференции «Физика и технические приложения волновых процессов». – Миасс – Челябинск: ЧелГУ. 2010 г. С. 177 – 178.